



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년05월14일  
(11) 등록번호 10-1394990  
(24) 등록일자 2014년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
E04C 5/07 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0140282  
(22) 출원일자 2012년12월05일  
심사청구일자 2012년12월05일  
(65) 공개번호 10-2014-0055894  
(43) 공개일자 2014년05월09일  
(30) 우선권주장  
1020120121744 2012년10월31일 대한민국(KR)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP11210161 A  
JP2012067582 A  
JP05331838 A  
KR1020090039500 A

(73) 특허권자  
한국건설기술연구원  
경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)  
(72) 발명자  
문재홍  
서울특별시 동작구 사당로23바길 9 108동 1204호  
(사당동 동작삼성래미안아파트)  
이장화  
서울시 동작구 동작대로29길 91, 206동 903호(사당동, 사당우성아파트)  
조현우  
경기 고양시 일산서구 대산로211번길 7-22, 203호(대화동)  
(74) 대리인  
이준서

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 김현우

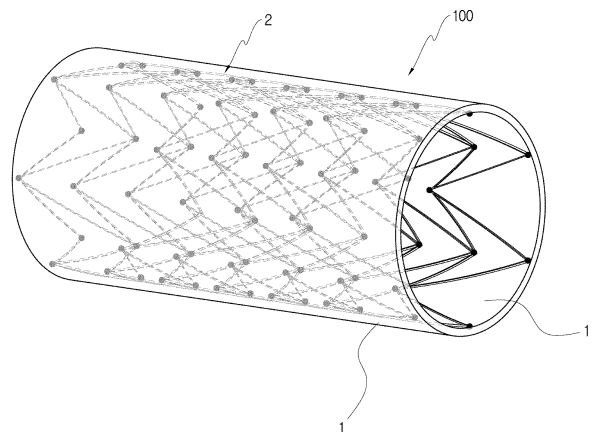
(54) 발명의 명칭 **고 인장강성을 가지는 합성인장부재, 이를 위한 격자구조판 및 합성인장부재의 제작방법**

**(57) 요약**

본 발명은 인장하중에 저항하는 합성인장부재로서, 중공(11)을 가지는 중공부재(1)와; 상기 중공부재(1)의 중공 내부에 배치되어 일체화되는 격자구조체(2)로 구성되며; 상기 격자구조체(2)는, 다수 개의 봉이 서로 회전가능한 회전절점으로 연결되어 있는 구조를 가지고 있어서, 인장하중이 종방향을 작용할 때 종방향 및 횡방향 모두에 대해 팽창을 하는 거동하는 음의 포아송비를 가지는 격자구조판이 통형상으로 성형된 것임을 특징으로 하는 합성인장부재, 이를 위한 격자구조판 및 합성인장부재의 제작방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 고 인장강성을 가지는 합성인장부재는 인장하중 발생 시 외측에 위치하는 중공부재는 하중 작용 방향의 직각방향으로 수축거동을 하게 되고, 내부에 위치하는 격자구조체는 팽창거동을 함으로써, 서로 상쇄시켜서 외부 인장하중에 대응하는 외측 강봉의 강성을 내측 격자구조체가 보존해주어 합성인장부재 전체의 인장강성이 강화되는 효과가 발휘된다.

**대표도**



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010161010004K

부처명 지식경제부

연구사업명 원전기술혁신사업

연구과제명 항공기 충돌을 고려한 격납건물용 Fiber 콘크리트 적용기술 개발

기여율 1/1

주관기관 한국건설기술연구원

연구기간 2010.11.01 ~ 2013.10.31

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

인장하중에 저항하는 합성인장부재로서,

중공(11)을 가지는 중공부재(1)와; 상기 중공부재(1)의 중공 내부에 배치되어 일체화되는 격자구조체(2)로 구성되며;

상기 격자구조체(2)는, 다수 개의 봉이 서로 회전가능한 회전절점으로 연결되어 있는 구조를 가지고 있어서, 인장하중이 종방향으로 작용할 때 종방향 및 횡방향 모두에 대해 팽창을 하는 거동하는 음(-)의 포아송비를 가지는 격자구조판이 통형상 또는 기둥형상으로 성형된 것임을 특징으로 하는 합성인장부재.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 격자구조체(2)를 이루는 격자구조판은, 봉 유닛(20)이 복수개로 종방향 및 횡방향으로 연결되어 형성되며;

상기 봉 유닛(20)은, 제1중앙 회전절점(23)에서 제1외측봉(21a)과 제2외측봉(21b)의 일단이 서로 회전가능하게 결합되며, 상기 제1, 2외측봉(21a, 21b)보다 짧은 길이를 가지는 제1내측봉(22a)과 제2내측봉(22b)의 일단이 제2중앙 회전절점(24)에서 서로 회전가능하게 결합되고, 제1외측봉(21a)과 제1내측봉(22a)의 타단은 제1외측 회전절점(25)에서 서로 회전가능하게 결합되며, 제2외측봉(21b)과 제2내측봉(22b)의 타단은 제2외측 회전절점(26)에서 서로 회전가능하게 결합되어, 제1,2외측봉(21a, 21b)의 일단이 만나서 향하고 있는 방향과 제1, 2내측봉(22a, 22b)의 일단이 만나서 향하는 방향은 동일하게 종방향이 되는 구성을 가지고 있고;

종방향으로 후방의 봉 유닛(20)의 제1중앙 회전절점은 전방의 봉 유닛(20)의 제2중앙 회전절점이 되고, 횡방향으로 일측 봉 유닛의 제2외측 회전절점은 이웃하는 타측 봉 유닛의 제1외측 회전절점이 되도록, 복수개의 봉 유닛(20)이 종방향 및 횡방향으로 결합되어 격자구조판을 이루는 것을 특징으로 하는 합성인장부재.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 격자구조체(2)를 통형상 단면 크기가 서로 다르게 복수개로 준비하여, 통형상 단면의 크기가 다른 복수개의 격자구조체(2)가 서로 포개진 상태로 하나의 중공부재(1) 내에 삽입 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 합성인장부재.

**청구항 4**

제1항 또는 제2항에 있어서,

단면 크기가 서로 다른 복수개의 중공부재(2)가 중공 내부에 복수개로 포개서 설치되어 있고;

포개진 중공부재(2) 사이의 간격에 통형상의 격자구조체(2)가 각각 삽입 배치되어 일체화되어 있는 것을 특징으로 하는 합성인장부재.

**청구항 5**

제1항 또는 제2항에 있어서,

격자구조체(2)가 중공부재(1)의 중공(11) 내에 삽입된 상태에서 상기 중공(11) 내에 결합재(3)가 채워져서, 상기 격자구조체(2)가 결합재(3) 내에 매립된 상태로, 상기 격자구조체(2), 결합재(3) 및 중공부재(1)가 일체화되

어 있는 구성을 가지는 것을 특징으로 하는 합성인장부재.

**청구항 6**

인장하중에 저항하기 위한 합성인장부재의 제작방법으로서,

다수 개의 봉이 서로 회전가능한 회전절점으로 연결되어 있는 구조를 가지고 있어서, 인장하중이 종방향을 작용할 때 종방향 및 횡방향 모두에 대해 팽창을 하는 거동하는 음의 포아송비를 가지는 격자구조판을 제작하고;

상기 격자구조판을 통형상 또는 기둥형상이 되도록 성형하여 격자구조체(2)를 제작하고;

중공(11)을 가지는 중공부재(1)의 중공 내부에 상기 격자구조체(2)를 배치하여 일체화시키는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 합성인장부재의 제작방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

봉 유닛(20)을 복수개로 종방향 및 횡방향으로 결합하여 상기 격자구조체(2)를 이루는 격자구조판을 제작하되

상기 봉 유닛(20)은 제1중앙 회전절점(23)에서 제1외측봉(21a)과 제2외측봉(21b)의 일단이 서로 회전가능하게 결합되며, 상기 제1, 2외측봉(21a, 21b)보다 짧은 길이를 가지는 제1내측봉(22a)과 제2내측봉(22b)의 일단이 제2중앙 회전절점(24)에서 서로 회전가능하게 결합되고, 제1외측봉(21a)과 제1내측봉(22a)의 타단은 제1외측 회전절점(25)에서 서로 회전가능하게 결합되며, 제2외측봉(21b)과 제2내측봉(22b)의 타단은 제2외측 회전절점(26)에서 서로 회전가능하게 결합되어, 제1,2외측봉(21a, 21b)의 일단이 만나서 향하고 있는 방향과 제1, 2내측봉(22a, 22b)의 일단이 만나서 향하는 방향은 동일하게 종방향이 되는 구성을 가지고 있고;

종방향으로 후방의 봉 유닛(20)의 제1중앙 회전절점은 전방의 봉 유닛(20)의 제2중앙 회전절점이 되고, 횡방향으로 일측 봉 유닛의 제2외측 회전절점은 이웃하는 타측 봉 유닛의 제1외측 회전절점이 되도록, 복수개의 봉 유닛(20)을 종방향 및 횡방향으로 결합하여 격자구조판을 형성하는 것을 특징으로 하는 합성인장부재의 제작방법

**청구항 8**

제6항 또는 제7항에 있어서,

통형상 단면 크기가 서로 다른 복수개의 상기 격자구조체(2)를 제작하여, 통형상 단면의 크기가 다른 복수개의 격자구조체(2)가 서로 포개진 상태로 하나의 중공부재(1) 내에 삽입 배치되도록 하는 것을 특징으로 하는 합성인장부재의 제작방법

**청구항 9**

제6항 또는 제7항에 있어서,

단면 크기가 서로 다른 복수개의 중공부재(2)를 중공 내부에 복수개로 포개어 설치하고;

포개진 중공부재(2) 사이의 간격에 통형상의 격자구조체(2)를 각각 삽입 배치하는 것을 특징으로 하는 합성인장부재의 제작방법.

**청구항 10**

제6항 또는 제7항에 있어서,

격자구조체(2)를 중공부재(1)의 중공(11) 내에 삽입한 후, 상기 중공(11) 내에 결합재(3)를 채워서, 상기 격자구조체(2)가 결합재(3) 내에 매립된 상태로, 상기 격자구조체(2), 결합재(3) 및 중공부재(1)를 일체화시키는 것

을 특징으로 하는 합성인장부재의 제작방법.

**청구항 11**

봉 유닛(20)이 복수개로 종방향 및 횡방향으로 결합되어 형성되며;

상기 봉 유닛(20)은 제1중앙 회전절점(23)에서 제1외측봉(21a)과 제2외측봉(21b)의 일단이 서로 회전가능하게 결합되며, 상기 제1, 2외측봉(21a, 21b)보다 짧은 길이를 가지는 제1내측봉(22a)과 제2내측봉(22b)의 일단이 제2중앙 회전절점(24)에서 서로 회전가능하게 결합되고, 제1외측봉(21a)과 제1내측봉(22a)의 타단은 제1외측 회전절점(25)에서 서로 회전가능하게 결합되며, 제2외측봉(21b)과 제2내측봉(22b)의 타단은 제2외측 회전절점(26)에서 서로 회전가능하게 결합되어, 제1,2외측봉(21a, 21b)의 일단이 만나서 향하고 있는 방향과 제1, 2내측봉(22a, 22b)의 일단이 만나서 향하는 방향은 동일하게 종방향이 되는 구성을 가지고 있고;

종방향으로 후방의 봉 유닛(20)의 제1중앙 회전절점은 전방의 봉 유닛(20)의 제2중앙 회전절점이 되고, 횡방향으로 일측 봉 유닛의 제2외측 회전절점은 이웃하는 타측 봉 유닛의 제1외측 회전절점이 되도록, 복수개의 봉 유닛(20)이 종방향 및 횡방향으로 결합되어 구성되는 것을 특징으로 하는 격자구조판.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 인장하중을 받는 구조용 부재 즉, 인장부재와, 이를 제작하기 위한 격자구조판, 그리고 상기한 격자구조판을 이용하여 인장부재를 제작하는 방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 다수의 봉부재가 회전절점으로 연결되어 격자형상을 이루고 있어서 음(陰)(-)의 포아송비를 갖게 되는 격자구조판을 이용하여 3차원 형상의 격자구조체를 형성하고, 상기 격자구조체를 중공부재에 내재시켜 중공부재와 일체로 합성하여 만들어짐으로써 높은 인장강성을 발휘하게 되는 합성인장부재와, 상기 격자구조체를 이루는 격자구조판, 그리고 이러한 격자구조판을 이용하여 상기한 합성인장부재를 제작하는 방법에 대한 것이다.

**배경기술**

[0002] 구조용 부재는 일반적으로 압축, 인장, 휨, 비틀림 하중 등을 받게 되는데, 특히 인장하중이 작용할 때, 구조용 부재의 변형을 최소화하기 위해서는 구조용 부재의 강성을 높여야 한다. 따라서 종래에는 높은 인장하중에 대응할 수 있는 구조용 부재를 만들기 위해서, 인장강성이 큰 재료를 사용하여 큰 단면적을 가지도록 부재를 제작하였다. 높은 인장하중에 대응할 수 있도록 구조물의 인장강성을 보강하기 위한 종래 기술로는, 철근을 내장하여 보강한 통상적인 철근 콘크리트 빔을 들 수 있으며, 최근에는 대한민국 공개특허번호 제10-2012-0040529호에 개시된 것처럼, FRP 바 등을 콘크리트 빔에 내장하여 보강하려는 시도가 이루어지고 있다.

[0003] 그러나 이와 같이 종래 기술에 의한 구조용 부재는 큰 단면적을 가지고 있기 때문에 중량이 커지게 되는 문제, 취급 및 설치가 어렵게 되는 문제 등을 가지고 있으며, 구조용 부재의 인장강성을 증가시키기 위하여 사용되는 재료(예를 들면, FRP, 철근) 자체가 가지는 물리적 성능의 한계로 인하여 구조용 부재의 인장강성을 증가시키는 데에도 한계가 있을 뿐만 아니라 고가의 재료를 사용함에 따른 비용 증가의 문제도 가지고 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허번호 제10-2012-0040529호(2012. 04. 27. 공개)참조.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명은 위와 같은 문제점을 해결하기 위하여 개발된 것으로서, 구체적으로 부재의 단면을 증가시키지 않고,

고가의 높은 인장강성을 가지는 재료의 사용을 최소화하면서도, 부재 전체적으로는 높은 인장강성을 발휘하도록 함으로써, 큰 단면과 고가의 재료를 사용함에 따른 문제점을 해결할 수 있는 고(高) 인장강성을 가지는 합성인장부재를 제공하고, 이러한 합성인장부재를 제작할 수 있는 격자구조판을 제공하며, 더 나아가, 이러한 합성인장부재를 제작할 수 있는 방법을 제시하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0006] 위와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에서는 인장하중에 저항하는 합성인장부재로서, 중공을 가지는 중공부재와; 상기 중공부재의 중공 내부에 배치되어 일체화되는 격자구조체로 구성되며; 상기 격자구조체는, 다수개의 봉이 서로 회전가능한 회전절점으로 연결되어 있는 구조를 가지고 있어서, 인장하중이 종방향을 작용할 때 종방향 및 횡방향 모두에 대해 팽창을 하는 거동하는 음의 포아송비를 가지는 격자구조판이 통형상으로 성형된 것임을 특징으로 하는 합성인장부재와, 이러한 합성인장부재를 제작하는 방법이 제공된다.
- [0007] 이와 같은 본 발명에 있어서, 상기 격자구조체를 이루는 격자구조판은, 봉 유닛이 복수개로 종방향 및 횡방향으로 연결되어 형성될 수 있는데, 상기 봉 유닛은 제1중앙 회전절점에서 제1외측봉과 제2외측봉의 일단이 서로 회전가능하게 결합되며, 상기 제1, 2외측봉보다 짧은 길이를 가지는 제1내측봉과 제2내측봉의 일단이 제2중앙 회전절점에서 서로 회전가능하게 결합되고, 제1외측봉과 제1내측봉의 타단은 제1외측 회전절점에서 서로 회전가능하게 결합되며, 제2외측봉과 제2내측봉의 타단은 제2외측 회전절점에서 서로 회전가능하게 결합되어, 제1,2외측봉의 일단이 만나서 향하고 있는 방향과 제1, 2내측봉의 일단이 만나서 향하는 방향은 동일하게 종방향이 되는 구성을 가지고 있고; 종방향으로 후방의 봉 유닛의 제1중앙 회전절점은 전방의 봉 유닛의 제2중앙 회전절점이 되고, 횡방향으로 일측 봉 유닛의 제2외측 회전절점은 이웃하는 타측 봉 유닛의 제1외측 회전절점이 되도록, 복수개의 봉 유닛이 종방향 및 횡방향으로 결합되어 격자구조판을 이루는 구성을 가질 수 있다.
- [0008] 특히, 본 발명에서는, 상기 격자구조체를 통형상 단면 크기가 서로 다르게 복수개로 준비하여, 통형상 단면의 크기가 다른 복수개의 격자구조체가 서로 포개진 상태로 하나의 중공부재 내에 삽입 배치되도록 할 수 있으며, 더 나아가, 단면 크기가 서로 다른 복수개의 중공부재가 중공 내부에 복수개로 포개서 설치되고; 포개진 중공부재 사이의 간격에 통형상의 격자구조체가 각각 삽입 배치되어 일체화되는 구성을 가질 수도 있다.
- [0009] 특히, 상기한 본 발명에서는, 격자구조체가 중공부재의 중공 내에 삽입된 상태에서 상기 중공 내에 결합재가 채워져서, 상기 격자구조체가 결합재 내에 매립된 상태로, 상기 격자구조체, 결합재 및 중공부재가 일체화되어 있는 구성을 가질 수도 있다.
- [0010] 또한 본 발명에서는 이러한 고 인장강성의 합성인장부재를 만들 수 있도록 음의 포아송비를 가지는 격자구조판이 제공된다.

**발명의 효과**

- [0011] 본 발명에 의하면, 중공부재에 내부에 음의 포아송비를 가지는 격자구조체를 설치함으로써, 인장하중 작용시 중공부재의 수축을 억제하고, 그에 따라 부재의 인장강성을 크게 증가시키게 되는 효과가 발휘된다.
- [0012] 또한 본 발명에서는 중공부재를 사용하여 고 인장강성 합성부재를 제작하게 되므로, 합성부재가 경량화되어 시공이 용이하게 되고, 운반 및 시공에 필요한 비용이 절감될 뿐만 아니라, 시공에 소요되는 시간이 감소되는 효과가 발휘된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0013] 도 1 및 도 2는 각각 힘을 받는 부재에서 양(+)의 포아송비와 음(-)의 포아송비의 관계를 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 합성인장부재의 내부 구성을 투시하여 보여주고 있는 개략적인 사시도이다.
- 도 4는 본 발명에 구비되는 격자구조체를 만들게 되는 격자구조판의 2차원 형상을 보여주는 개략적인 평면도이다.

- 도 5는 격자구조판을 이루는 봉 유닛을 하나만 떼어내어 보여주는 개략적인 평면도이다.
- 도 6은 복수개의 봉 유닛이 종방향으로 서로 연결되는 것을 보여주는 개략적인 평면도이다.
- 도 7은 복수개의 봉 유닛이 횡방향으로 서로 연결되는 것을 보여주는 개략적인 평면도이다.
- 도 8은 도 4에 도시된 격자구조판에 종방향으로 인장하중이 작용하였을 때 격자구조판이 변형되는 형상을 보여주는 개략도이다.
- 도 9는 격자구조판을 감아서 통형상의 격자구조체를 만드는 상태를 보여주는 개략도이다.
- 도 10 및 도 11은 각각 격자구조판을 결합하여 격자구조체를 만드는 또다른 형태를 보여주는 개략적인 사시도이다.
- 도 12는 격자구조체를 중공부재의 중공 내에 삽입 배치하는 상태를 보여주는 개략도이다.
- 도 13은 통형상 단면의 크기가 다른 복수개의 격자구조체를 서로 포갠 상태로 하나의 중공부재 내에 삽입 배치하는 작업 과정을 보여주는 개략적인 사시도이다.
- 도 14는 복수개의 단면 크기를 가지는 중공부재를 중공 내부에 복수개로 포개서 설치하고, 포개진 중공부재 사이의 간격에 통형상의 격자구조체를 각각 삽입 배치하는 작업 과정을 보여주는 개략적인 사시도이다.
- 도 15는 본 발명에 따른 합성인장부재에 종방향으로 인장하중이 작용할 때의 응력상태를 보여주는 개략도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0014] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 실시예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지 않는다. 참고로 본 명세서에서 "종방향"은 인장하중이 작용하는 방향을 의미하며, "횡방향"은 상기 종방향에 대해 직각인 방향 즉, 인장하중이 작용하는 방향과 직교하는 방향을 의미한다.
- [0015] 일반적인 재료는 인장하중(P)의 작용시 종변형(하중작용방향의 변형)은 양(+)의 값을 가지며, 횡변형(하중작용방향과 직교하는 방향의 변형)은 음(-)의 값을 가진다. 도 1 및 도 2에는 각각 힘을 받는 부재에서 양(+)의 포아송비와 음(-)의 포아송비의 관계를 나타낸 개념도가 도시되어 있는데, 도 1의 (a)에 도시된 것처럼 일반적인 재료로 이루어진 부재는 인장하중(P)이 작용하게 되면, 도 1의 (b)에 도시된 것처럼 인장하중이 작용하는 방향(종방향)으로 재료가 늘어나게 되며, 인장하중의 직교하는 방향(횡방향)으로는 재료가 줄어들게 된다. 도 1의 (b)에서 점선은 인장하중이 작용하기 전의 상태를 보여주는 것이고, 실선은 인장하중의 작용에 의해 변형된 상태를 보여주는 것이다. 이와 같은 종방향의 변형률과 횡방향의 변형률 간의 비율을 "포아송비"라고 하며, 이는 다음의 수학적 식 1과 같이 표현된다.

**수학적 식 1**

[0016] 
$$\nu = \left| \frac{\text{Lateral strain}}{\text{Axial strain}} \right| = -\frac{\epsilon_y}{\epsilon_x} = -\frac{\epsilon_z}{\epsilon_x}$$

- [0017] 위 수학적 식 1에서 Lateral Strain은 횡방향 변형률을 의미하며 Axial strain은 종방향 변형률을 의미한다. 일반적인 재료는 양(+)의 포아송비 값을 가지게 되는데, 대표적인 구조재료로서 콘크리트는 약 0.15~0.2, 철근은 약 0.27~0.3의 값을 가진다.
- [0018] 반면에, 음(-)의 포아송비를 가지는 경우가 있다. 도 2는 음의 포아송비를 가지는 경우에 대한 도면으로서, 음(-)의 포아송비를 가지는 재료의 경우, 압축하중이 가해지게 되면, 종방향뿐만 아니라 횡방향 모두에서 수축하도록 변형되며, 반대로 도 2의 (a)에 도시된 것처럼, 인장하중(P)이 작용하면, 도 2의 (b)에 도시된 것처럼 종방향과 횡방향 모두에 대해 팽창하도록 변형된다. 도 2의 (b)에서 점선은 인장하중이 작용하기 전의 상태를 보여주는 것이고, 실선은 인장하중의 작용에 의해 변형된 상태를 보여주는 것이다.

- [0019] 본 발명에 따른 고(高) 인장강성을 가지는 합성인장부재(이하, "합성인장부재"라고 약칭함)는, 인장하중에 대한 강성을 높이기 위하여, 다수의 봉이 회전절점으로 연결되어 격자형상을 이루고 있어서 음(陰)(-)의 포아송비를 갖게 되는 격자구조체가, 중공을 가지고 있는 파이프 형상의 중공부재 내에 배치되어 일체화되어 있는 구조를 가지고 있다.
- [0020] 도 3에는 본 발명에 따른 합성인장부재(100)의 내부 구성을 투시하여 보여주는 개략적인 사시도가 도시되어 있는데, 본 발명에 따른 합성인장부재(100)는 도 3에 예시된 것처럼, 길이 방향으로 중공(中空)(11)이 형성되어 있는 관형태의 중공부재(1)를 가지고 있는데, 상기 중공부재(1)의 중공 내부에는 격자구조체(2)가 배치되어 있다. 상기 중공부재(1)는, 예를 들어, 강관, 콘크리트관, 합성수지관 등으로 이루어질 수 있는데, 중공부재(1)의 단면은 반드시 원형에 한정되지 않으며 타원형, 다각형, 등과 같이 다양한 형상을 가질 수 있다. 이와 같이 관형태의 중공부재(1)로 이루어진 본 발명의 합성인장부재(100)에서는 관부재의 길이 방향이 바로 종방향이 된다.
- [0021] 상기 중공부재(1) 내에 위치하여 중공부재(1)와 일체화되는 격자구조체(2)는, 격자구조관을 이용하여 만들어질 수 있는데, 도 4에는 이러한 격자구조관의 형상이 2차원의 개략적인 평면도로 도시되어 있다. 도면에 도시된 것처럼, 격자구조관은, 다수 개의 봉(棒)(bar)이 회전가능한 회전절점으로 연결되어 있는 구성을 가지고 있는데, 4개의 회전절점을 가지는 4개의 봉부재가 하나의 유닛을 이루고 있고, 이러한 유닛이 복수개로 연결됨으로써 격자구조관을 이루게 된다. 상기 봉 부재로는 강재 봉이나, 기타 다양한 재질의 강재로 이루어진 봉 부재가 사용될 수 있다.
- [0022] 도 5에는 격자구조관을 이루는 봉 유닛(20)을 하나만 떼어내어 보여주는 개략적인 평면도가 도시되어 있는데, 구체적으로 하나의 봉 유닛(20)에서 두 개의 외측봉 즉, 제1외측봉(21a)과 제2외측봉(21b)의 일단은 제1중앙 회전절점(23)에서 서로 회전가능하게 결합되어 있으며, 상기 외측봉(21a, 21b)보다 각각 짧은 길이를 가지는 두 개의 내측봉 즉, 제1내측봉(22a)과 제2내측봉(22b) 역시 그 일단은 제2중앙 회전절점(24)에서 서로 회전가능하게 결합되어 있다. 그리고 제1외측봉(21a)의 타단과 제1내측봉(22a)의 타단은 제1외측 회전절점(25)에서 서로 회전가능하게 결합되어 있고, 제2외측봉(21b)의 타단과 제2내측봉(22b)의 타단은 제2외측 회전절점(26)에서 서로 회전가능하게 결합되어 있다. 2개의 외측봉(21a, 21b)의 일단이 만나서 향하고 있는 방향과 2개의 내측봉(22a, 22b)의 일단이 만나서 향하는 방향은 동일하게 종방향이 된다.
- [0023] 한편, 위와 같이 제1, 2외측봉(21a, 21b), 제1, 2내측봉(22a, 22b), 제1, 2중앙 회전절점(23, 24) 및 제1, 2외측 회전절점(25, 26)으로 이루어진 봉 유닛(20)은 다음과 같이 복수개가 일체로 연결되어 격자구조관을 이루게 된다. 도 6에는 복수개의 봉 유닛(20)이 종방향으로 서로 연결되는 것을 보여주는 개략적인 평면도가 도시되어 있는데, 도 6의 (a)는 봉 유닛(20)이 종방향으로 연결되기 전의 상태이며, 도 6의 (b)는 봉 유닛(20)이 연결된 후의 상태이다. 도면에 도시된 것처럼 2개의 외측봉(21a, 21b)의 일단이 만나서 향하고 있는 방향으로 진행하도록 복수개의 봉 유닛(20)이 순차적으로 배치되었을 때, 상기 진행하는 쪽으로 가면서 후방에 있는 봉 유닛(20)의 제1중앙 회전절점(23)은 전방에 있는 봉 유닛(20)의 제2중앙 회전절점(24)과 중복된다. 즉, 후방에 있는 봉 유닛(20)의 제1중앙 회전절점은 전방에 있는 봉 유닛(20)의 제2중앙 회전절점에 해당하게 되며, 따라서 전방에 있는 봉 유닛(20)에 구비된 2개의 내측봉(22a, 22b)의 일단은 후방에 있는 봉 유닛(20)에 구비된 2개의 내측봉(21a, 21b)이 하나의 회전절점에서 서로 회전가능하게 연결되는 것이다. 이러한 방식으로 복수개의 봉 유닛(20)이 종방향으로 서로 연결되는 구조를 가진다.
- [0024] 다음에서는 도 7을 참조하여 봉 유닛(20)이 횡방향으로 서로 연결되는 구조를 설명한다. 도 7에는 복수개의 봉 유닛(20)이 횡방향으로 서로 연결되는 것을 보여주는 개략적인 평면도가 도시되어 있는데, 도 7의 (a)는 봉 유닛(20)이 횡방향으로 연결되기 전의 상태이며, 도 7의 (b)는 봉 유닛(20)이 연결된 후의 상태이다. 도면에 도시된 것처럼 횡방향으로 서로 이웃하는 봉 유닛(20)은, 제1외측 회전절점(25)과 제2외측 회전절점(26)이 서로 중복되는 관계가 되도록 결합된다. 즉, 횡방향으로 일측에 있는 봉 유닛(20)의 제2외측 회전절점(26)이, 횡방향으로 그 타측에 있는 봉 유닛(20)의 제1외측 회전절점(25)에 해당하게 되는 것이다. 따라서 횡방향으로 일측에 있는 봉 유닛(20)의 제2외측봉 및 제2내측봉은, 횡방향으로 타측에 있는 봉 유닛(20)의 제1외측봉 및 제1내측봉과 하나의 회전절점에서 서로 연결되는 구조를 가지게 된다. 이와 같은 방식으로 복수개의 봉 유닛(20)은 횡방향으로 서로 연결된다.
- [0025] 따라서 본 발명에서는, 복수개의 봉 유닛(20)이 위에서 설명한 종방향의 연결과 횡방향의 연결에 의해 도 4에 도시된 것과 같은 격자구조관을 이루게 되는 것이다.
- [0026] 이와 같은 구성의 격자구조관은 앞서 설명한 도 2에서와 같은 음의 포아송비를 가지게 된다. 도 8에는 도 4에



도시된 격자구조판에 종방향으로 인장하중이 작용하였을 때, 격자구조판이 변형되는 형상을 보여주는 개략도가 도시되어 있는데, 도면에 도시된 것처럼, 격자구조판에 대해 종방향으로 인장하중(P)이 작용하게 되면 격자구조판은 인장방향으로 팽창하도록 변형됨과 동시에, 횡방향으로도 팽창하도록 변형된다. 도 8에서 점선은 인장하중(P)의 작용 전 상태를 보여주는 것이고, 실선은 인장하중(P)의 작용 후 상태를 보여주는 것이다. 즉, 도면에 도시된 것처럼, 종방향으로 인장하중(P)이 작용하게 되면 제1중앙 회전절점(23)에서 2개의 외측봉 사이에 존재하던 예각이 더 커지게 됨과 동시에 제2중앙 회전절점(24)에서도 2개의 내측봉 사이에 존재하던 예각도 더 커지게 된다. 그에 따라 격자구조판은 횡방향으로도 팽창하게 된다. 즉, 본 발명에 따른 격자구조판은 상기한 바와 같은 외측봉과 내측봉, 그리고 회전절점의 연결구조에 의해 음의 포아송비를 가지게 되며, 따라서 종방향으로 인장하중이 작용하여 종방향으로 팽창하게 되면 횡방향으로도 팽창하게 되는 것이다. 물론 위와 같이 종방향으로 인장하중이 가해지면 본 발명의 격자구조판은 종방향과 횡방향 모두에 대해 팽창거동을 하지만, 반대로 종방향으로 압축하중이 가해지게 되면, 종방향과 횡방향 모두에 대해 수축거동을 하게 된다.

[0027] 본 발명에서는 위와 같이 구성된 격자구조판을 이용하여 입체적인 형태의 격자구조체(2)를 만들어서 중공부재(1) 내에 배치하게 되는데, 예를 들면 격자구조판을 통형상으로 감아서 격자구조체(2)를 만들 수 있다. 도 9에는 격자구조판을 통형상으로 감아서 격자구조체(2)를 만드는 상태를 보여주는 개략도가 도시되어 있는데, 도 9에 도시된 것처럼 통형상의 격자구조체(2)의 중심방향이 종방향과 일치하도록 즉, 격자구조판의 종방향이 통형상의 중심방향(길이 방향)이 되도록 격자구조판을 감아서 격자구조체(2)를 만들 수 있다. 참고로 도 9에서 점선의 화살표는 격자구조판을 감는 형태를 보여주는 것이다. 도 10 및 도 11에는 각각 격자구조판을 이용하여 격자구조체(2)를 만드는 또다른 형태를 보여주는 개략적인 사시도가 도시되어 있는데, 도 10에 도시된 것처럼 격자구조판을 각지게 절곡하여 사각단면을 가지는 통형태의 격자구조체(2)를 만들 수 있다. 도 10에서도 점선의 화살표는 격자구조판을 사각단면의 통형태로 절곡하는 형태를 보여주는 것이다. 이와 달리, 도 11에 도시된 것처럼, 복수개의 이러한 격자구조판이 간격을 두고 나란하게 배치된 상태에서, 각각의 격자구조판을 이루는 봉 유닛에 대해, 격자구조판 사이의 간격 방향으로 연결봉(28)을 배치하고, 연결봉(28)을 이용하여 평행 배치된 격자구조판의 봉 유닛에 대해 대응되는 회전절점을 서로 연결함으로써 격자구조체(2)를 만들 수도 있다. 예를 들면, 두 개의 격자구조판을 간격을 두고 나란하게 배치하게 되면, 각각의 격자구조판에서 대응되는 위치에는 두 개의 봉 유닛이 간격을 두고 서로 마주하게 되는데, 종방향 및 횡방향 모두에 대해 직교하는 방향 즉, 격자구조판 사이의 간격 방향으로 연결봉(28)이 배치되어, 서로 마주하는 봉 유닛의 제1중앙 회전절점 사이를 연결봉(28)이 연결하며, 이와 마찬가지로 서로 마주하는 봉 유닛의 제2중앙 회전절점, 제1외측 회전절점 및 제2외측 회전절점 각각 연결봉(28)에 의해 서로 연결됨으로써, 도 11에 도시된 것과 같은 격자구조체(2)가 만들어질 수 있는 것이다.

[0028] 이와 같이, 격자구조판을 감아서 도 9의 통형상의 격자구조체(2)를 만들거나, 또는 격자구조판을 연결하여 도 10의 사각기둥형상, 또는 도 11의 입체형상의 격자구조체(2)를 만들게 되면, 이렇게 만들어진 격자구조체(2)를 중공부재(1)의 중공(11) 내에 삽입 배치하게 된다. 도 12에는 도 9에 도시된 방법에 의해 만들어진 격자구조체(2)를 중공부재(1)의 중공(11) 내에 삽입 배치하는 상태를 보여주는 개략도가 도시되어 있다. 중공부재(1)의 중공(11) 내에 격자구조체(2)를 삽입하고, 상기 격자구조체(2)와 중공부재(1)를 일체화시킴으로써 본 발명의 합성인장부재(100)를 완성하게 된다. 예를 들면, 중공부재(1)의 중공(11) 내에 격자구조체(2)를 삽입한 상태에서, 격자구조체(2)의 종방향 양단에서, 힌지절점의 자유로운 회전을 방해하지 않는 힌지절점의 일부분을 중공부재(1)에 용접하는 등의 방법에 의해 중공부재(1)와 격자구조체(2)를 일체화시킬 수 있다. 더 나아가, 비록 도면에는 도시하지 아니하였지만, 중공부재(1)를 반단면이 되도록 절개한 후, 격자구조체(2)를 배치하고 위와 같이 힌지절점의 용접 등의 방법으로 격자구조체(2)를 중공부재(1)의 절단된 부분과 일체화한 후, 절단되었던 중공부재(1)를 다시 결합하여 통형상으로 만들 수도 있다.

[0029] 한편, 본 발명에서는 위와 같이 격자구조체(2)가 중공부재(1)의 중공(11) 내에 삽입된 상태에서 상기 중공(11) 내에 결합재(3)를 채워서 상기 격자구조체(2)가 결합재(3) 내에 매립된 상태로, 상기 격자구조체(2), 결합재(3) 및 중공부재(1)가 일체화되도록 본 발명의 합성인장부재(100)를 제작할 수도 있다. 도 13에는 도 3에 도시된 상태에서 중공(11) 내에 결합재(3)가 채워짐으로써 만들어진 본 발명의 합성인장부재(100)의 개략도가 도시되어 있다. 도 13에 도시된 것처럼, 격자구조체(2)가 결합재(3)에 매립되도록 하는 구성을 가지게 하는 경우, 이 때 사용되는 결합재(3)로는 콘크리트, 무수축 모르타르 등의 다양한 재료를 이용할 수 있다. 그러나 중공부재(1)의 중공 내에 반드시 결합재(3)를 채워야만 하는 것은 아니다. 앞서 설명한 것처럼, 결합재(3)의 채움 없이, 격자구조체(2)만을 중공(11)에 삽입하여 격자구조체(2)와 중공부재(1)를 일체화시켜도 무방하다.

[0030] 한편, 본 발명에서는, 통형상 단면 크기가 서로 다른 복수개의 격자구조체(2)를 각각 제작하고, 이렇게 통형상

단면의 크기가 다른 복수개의 격자구조체(2)를 서로 포개 상태로 하나의 중공부재(1) 내에 삽입 배치하여 합성 인장부재(100)를 제작할 수도 있다. 도 14에는 이와 같이 통형상 단면의 크기가 다른 복수개의 격자구조체(2)가 순차적으로 서로 포개 상태로 위치하도록 하나의 중공부재(1) 내에 복수개의 격자구조체를 순차적으로 삽입 배치하는 작업 과정을 보여주는 개략적인 사시도가 도시되어 있다.

[0031] 더 나아가, 본 발명에서는 복수개의 단면 크기를 가지는 중공부재(2)를 중공 내부에 복수개로 포개서 설치하되, 포개진 중공부재(2) 사이의 간격에 통형상의 격자구조체(2)를 각각 설치하여 합성인장부재(100)를 제작할 수도 있다. 도 15에는 이와 같이 복수개의 단면 크기를 가지는 중공부재(2)를 중공 내부에 복수개로 포개서 설치하고, 포개진 중공부재(2) 사이의 간격에 통형상의 격자구조체(2)를 각각 삽입 배치하는 작업 과정을 보여주는 개략적인 사시도가 도시되어 있다.

[0032] 위에서 살펴본 것처럼, 본 발명의 합성인장부재(100)는, 중공부재(1) 내부에 음의 포아송비를 가지는 격자구조체(2)가 일체로 구비되는 구성을 가지고 있기 때문에, 인장하중이 작용할 때, 종방향 및 횡방향 모두에 대해 팽창을 하는 거동을 하게 된다. 도 16에는 본 발명에 따른 합성인장부재(100)에 종방향으로 인장하중이 작용할 때의 응력상태를 보여주는 개략도가 도시되어 있는데, 도면에 도시된 것처럼, 본 발명에 따른 합성인장부재(100)에 종방향으로 인장하중이 작용할 경우, 외부에 위치하는 중공부재(1)는 횡방향으로 수축거동을 하게 되지만, 중공부재(1)의 내부에 위치하는 격자구조체(2)는 횡방향으로 팽창거동을 함으로써, 이러한 중공부재(1)의 수축거동을 상쇄시키게 된다. 따라서 외부로부터 작용하는 인장하중에 대응하는 중공부재(1)의 강성을 내측의 격자구조체(2)가 보존해주게 되며, 그에 따라 합성인장부재(100)가 발휘하는 인장강성이 크게 향상되는 것이다.

[0033] 이와 같이 본 발명에 따른 합성인장부재(100)는 인장하중에 대응하여 높은 강성을 발휘하게 되므로, 본 발명의 합성인장부재(100)를 인장하중이 작용하는 위치에 적용할 경우, 부재치수를 최소화 할 수 있고, 그에 따라 자중의 증가를 방지할 수 있을 뿐만 아니라, 중공부재를 이용하기 때문에 부재가 경량화되므로, 운반과 취급 그리고 타부재와의 결합작업도 더욱 용이하게 수행할 수 있게 되어 시공성을 크게 향상시킬 수 있게 된다.

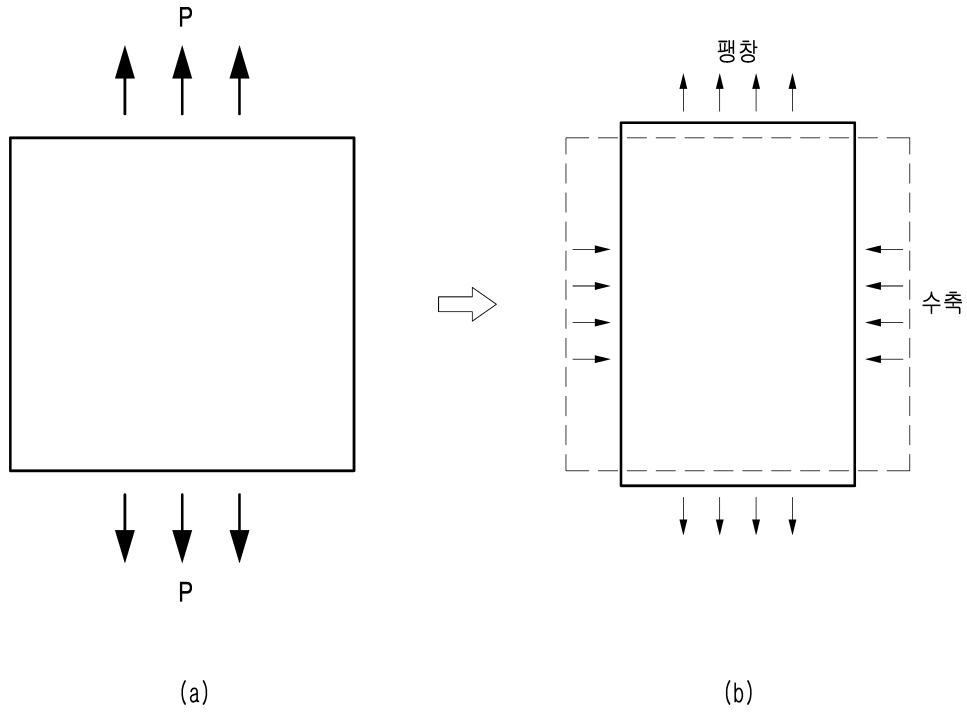
[0034] 또한 본 발명에서는 고가의 재료를 사용하지 않고서도 인장강성을 증가시킬 수 있으므로, 그만큼 제작비용을 절감할 수 있게 되어, 시공경제성의 향상 효과를 발휘하게 되는 장점이 있다.

### 부호의 설명

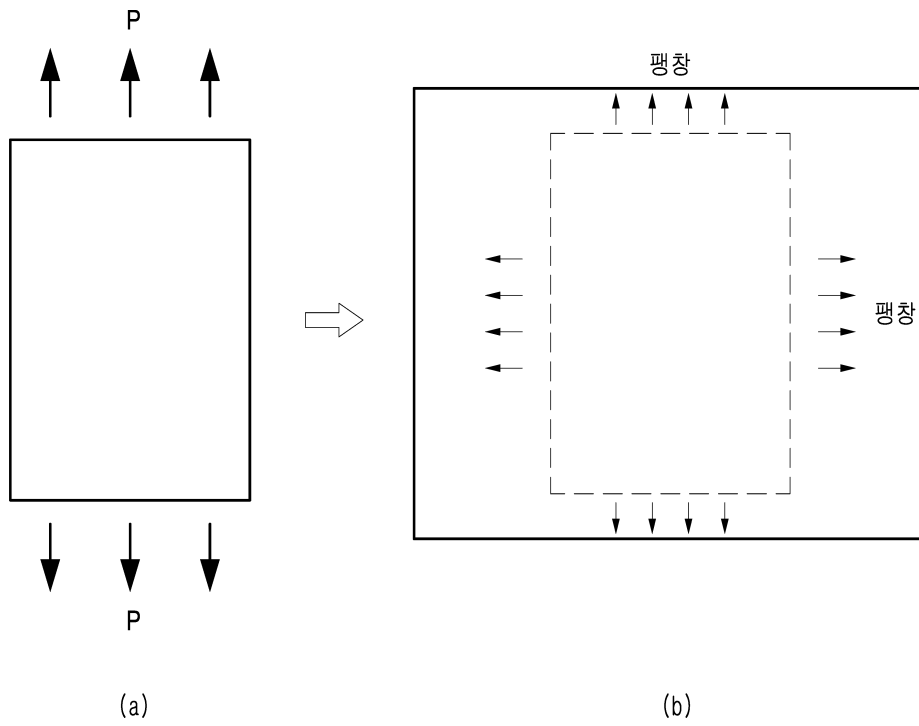
- [0035]
- 1: 중공부재
  - 2: 격자구조체
  - 20: 봉 유닛
  - 100: 합성인장부재

도면

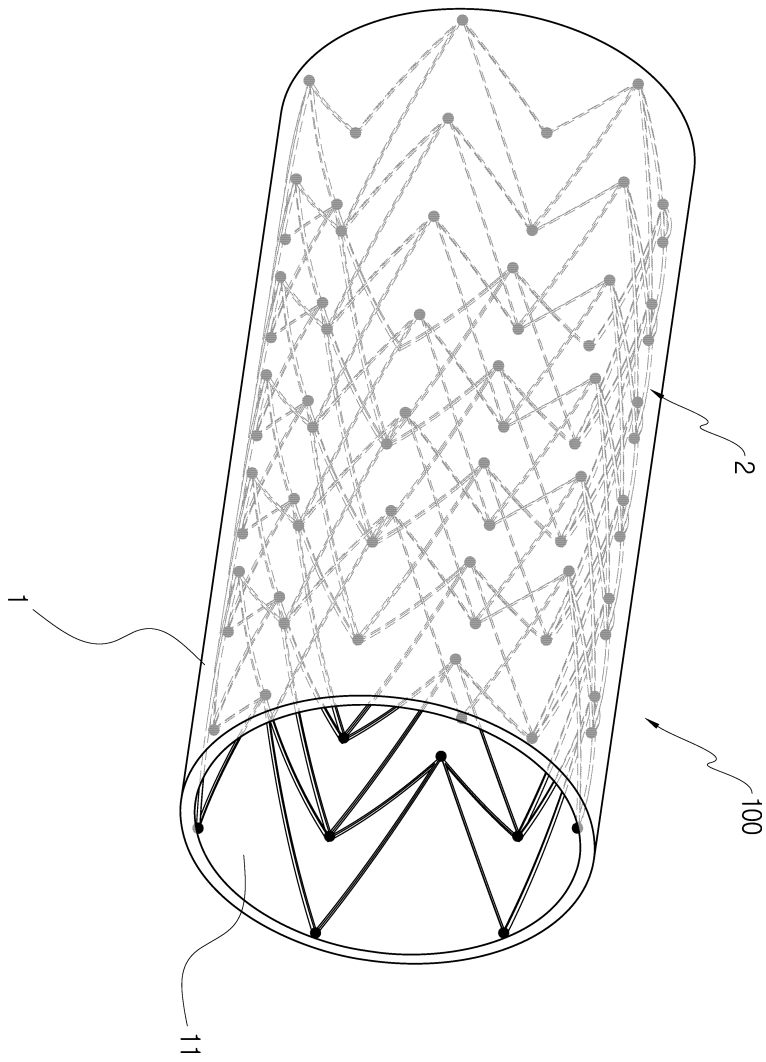
도면1



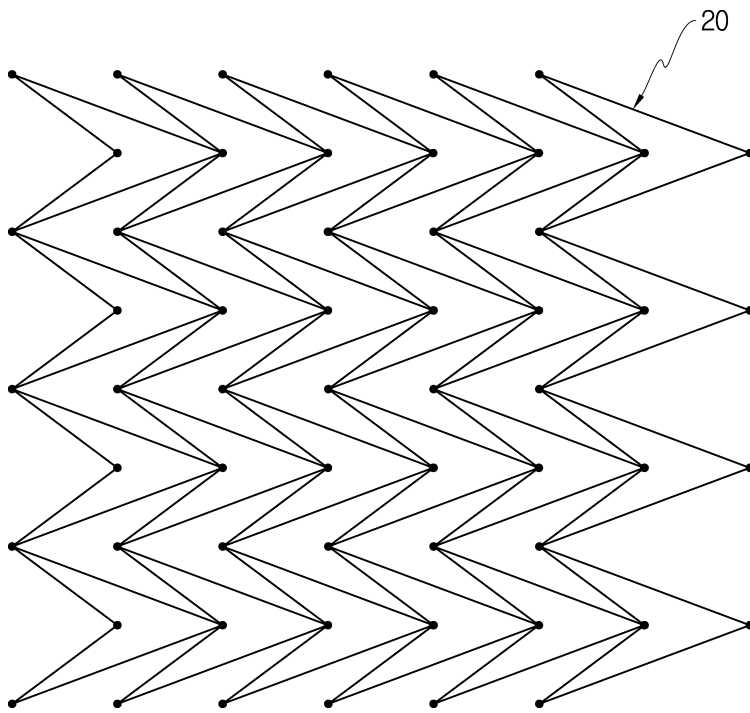
도면2



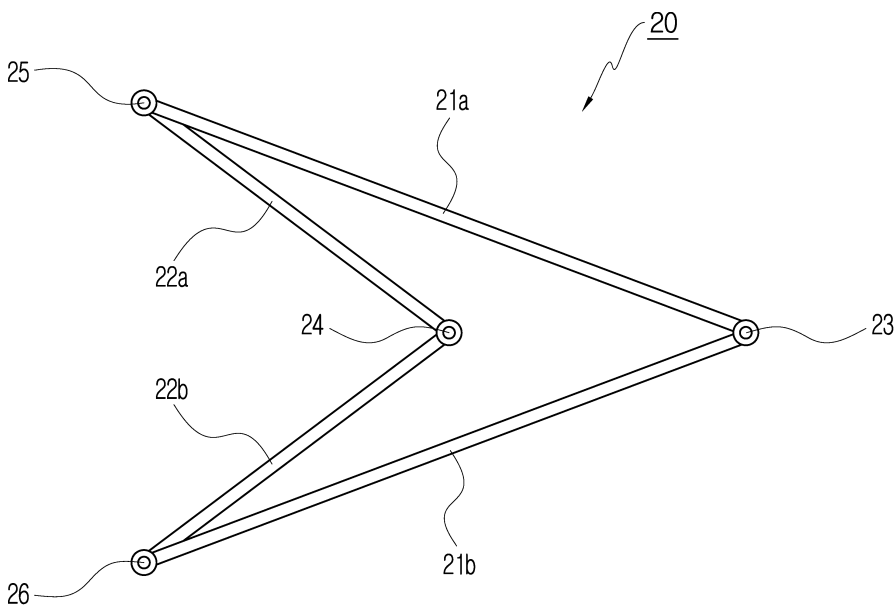
도면3



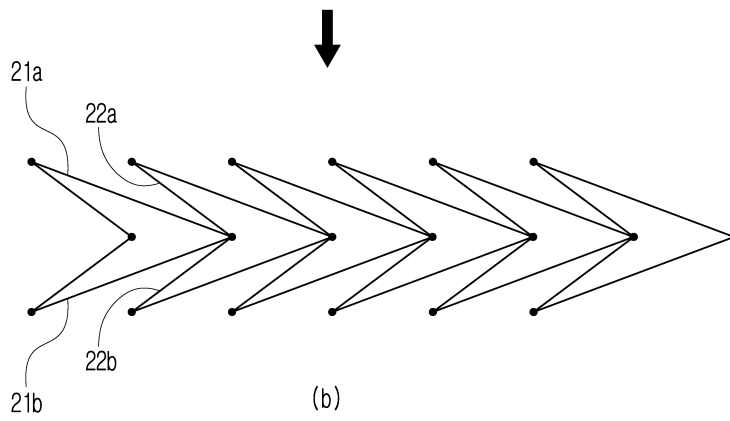
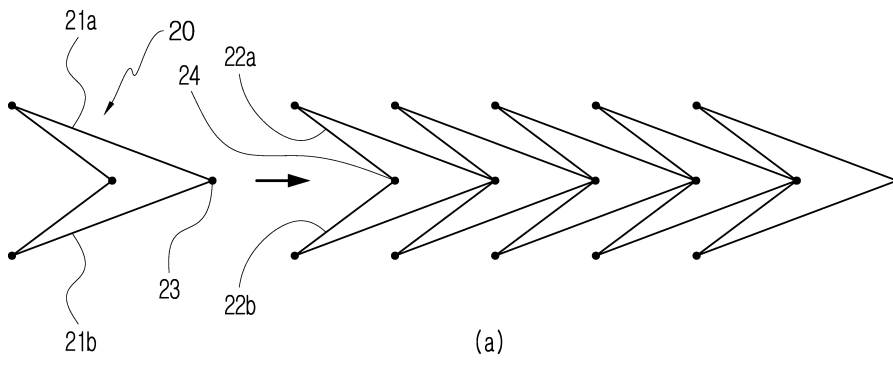
도면4



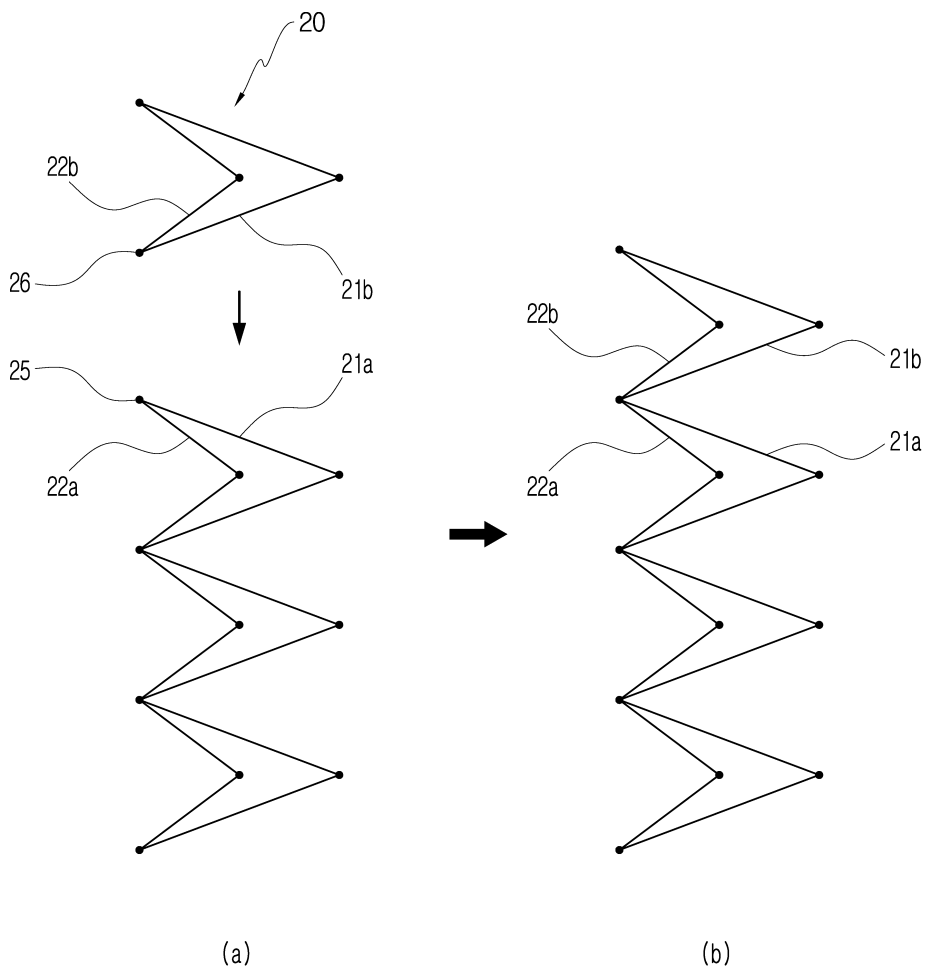
도면5



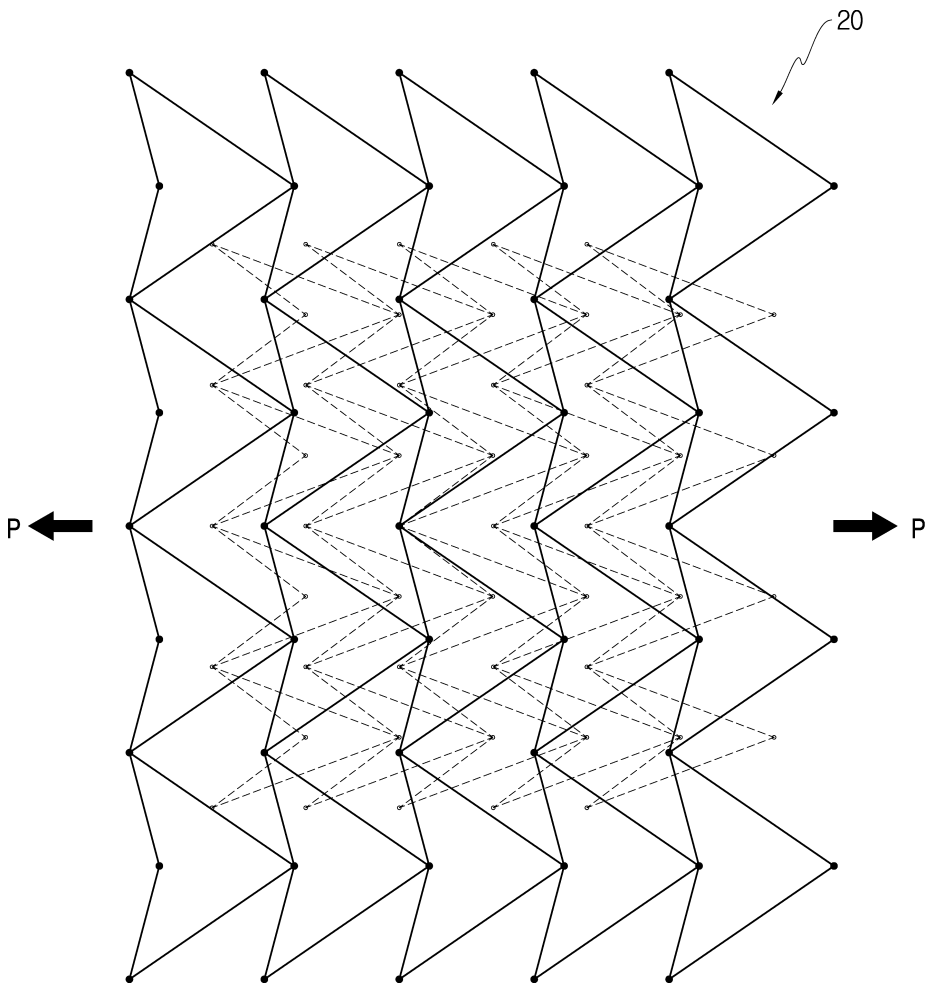
도면6



도면7

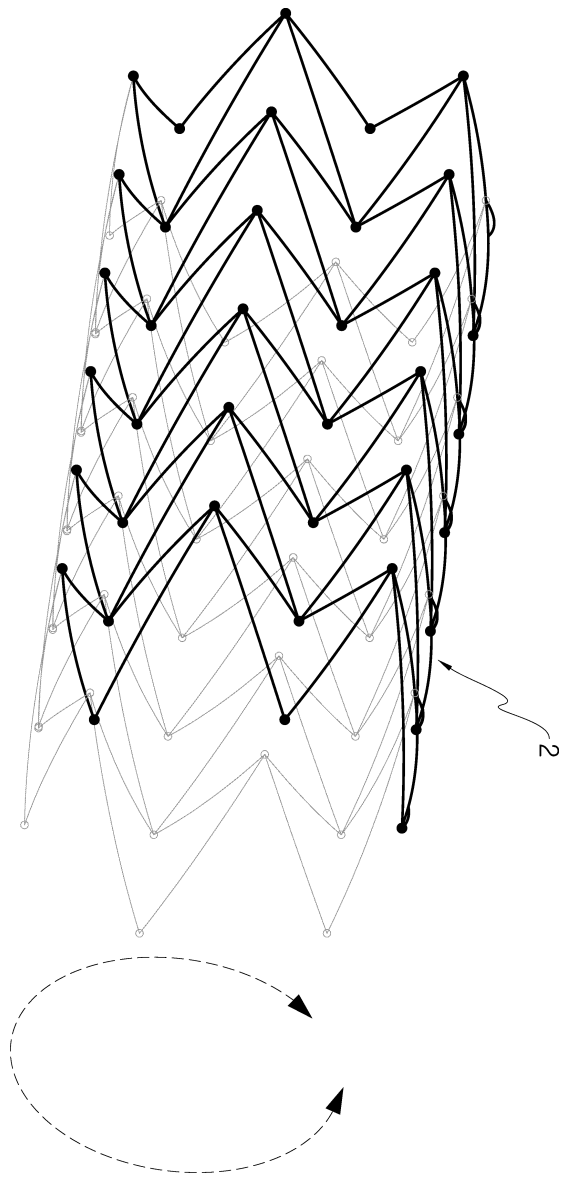


도면8

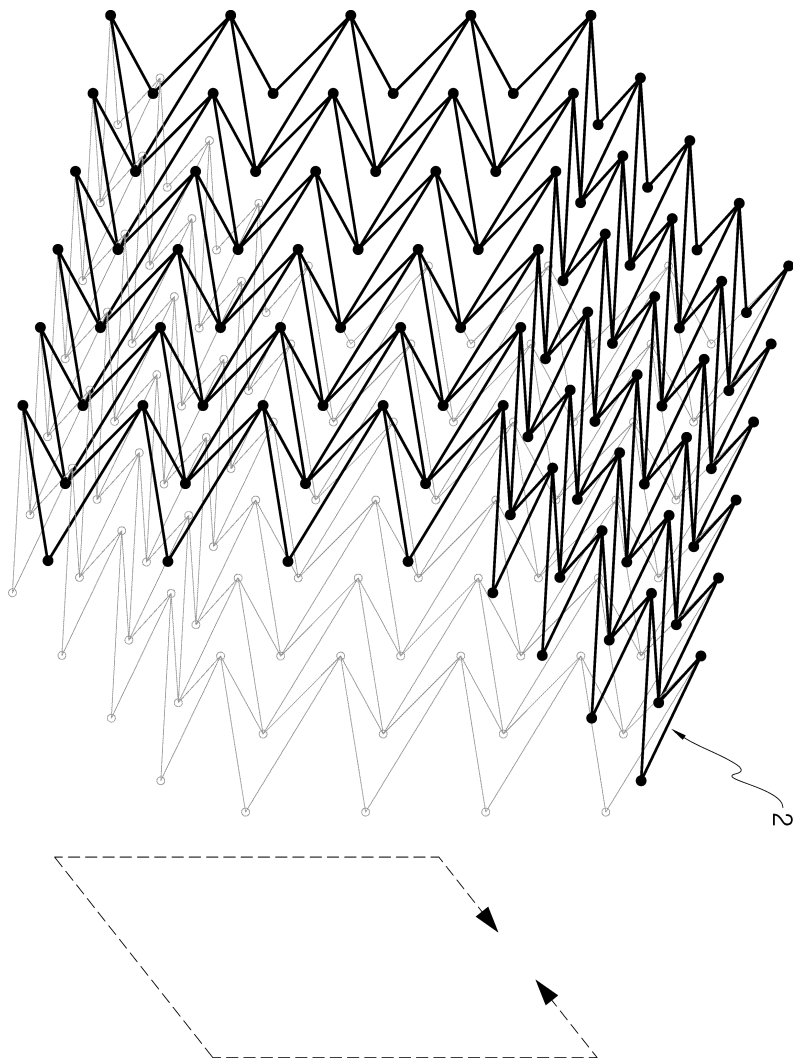




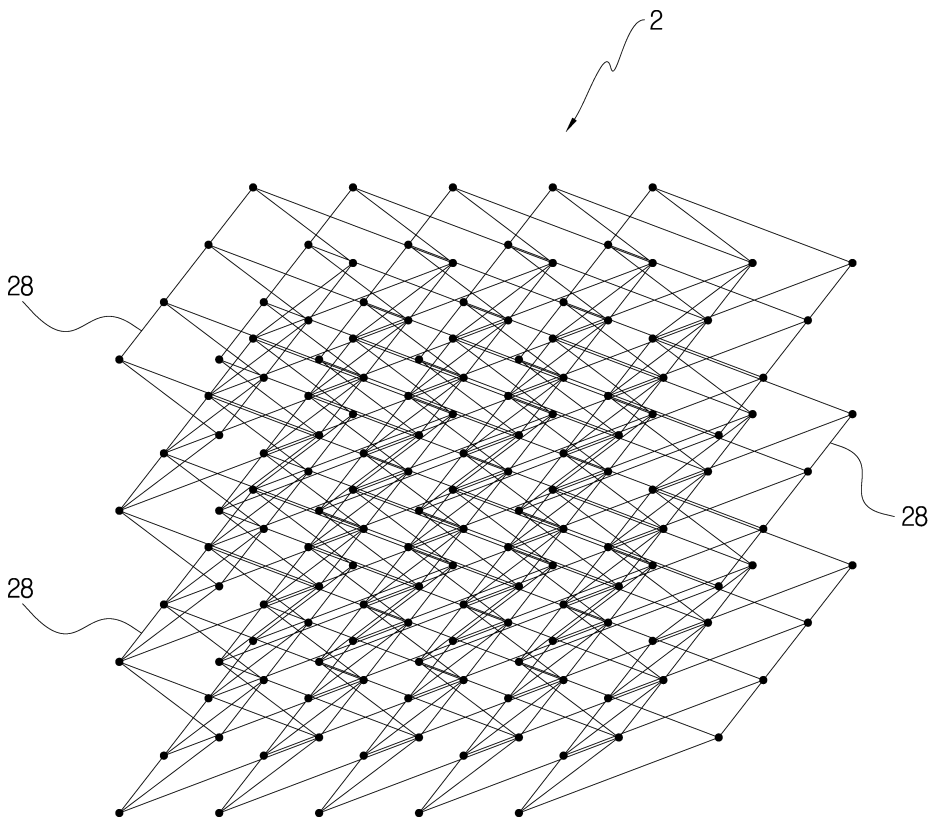
도면9



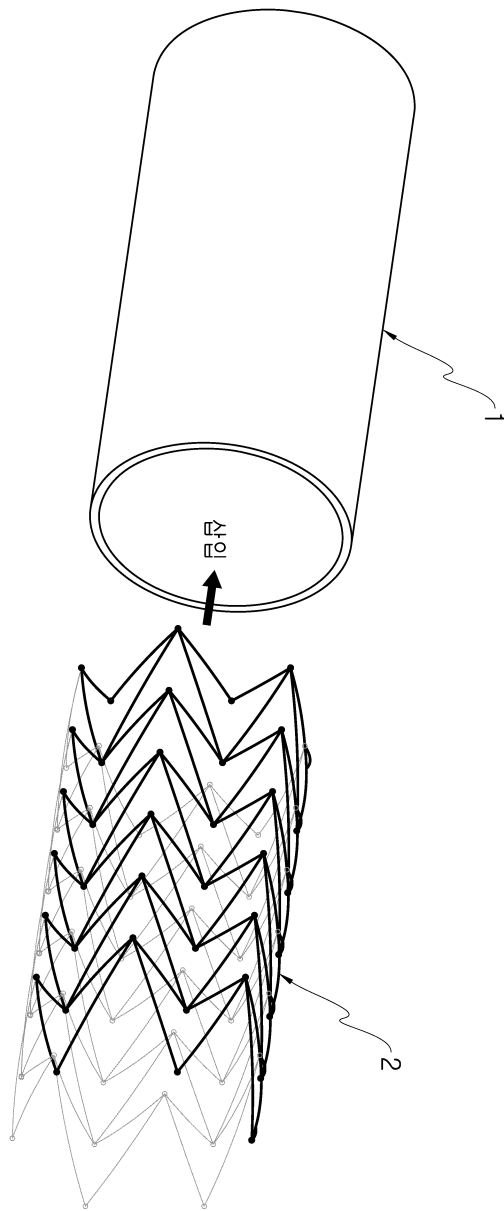
도면10



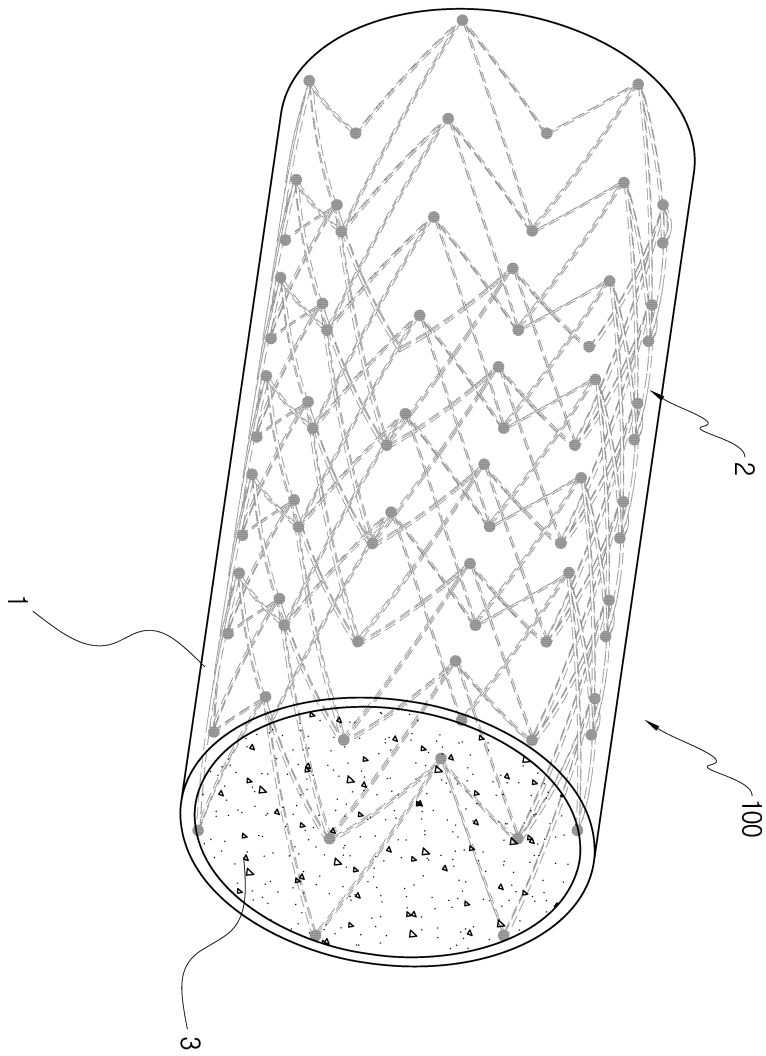
도면11



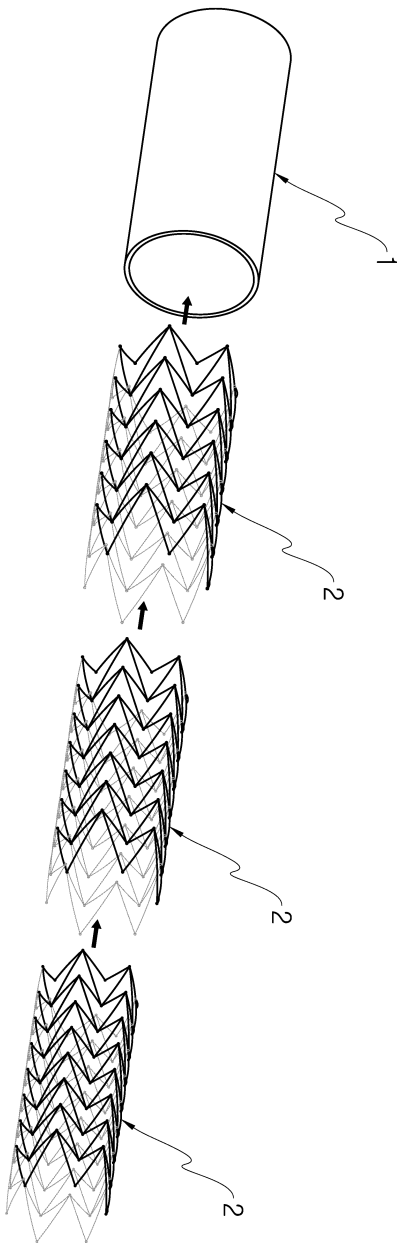
도면12



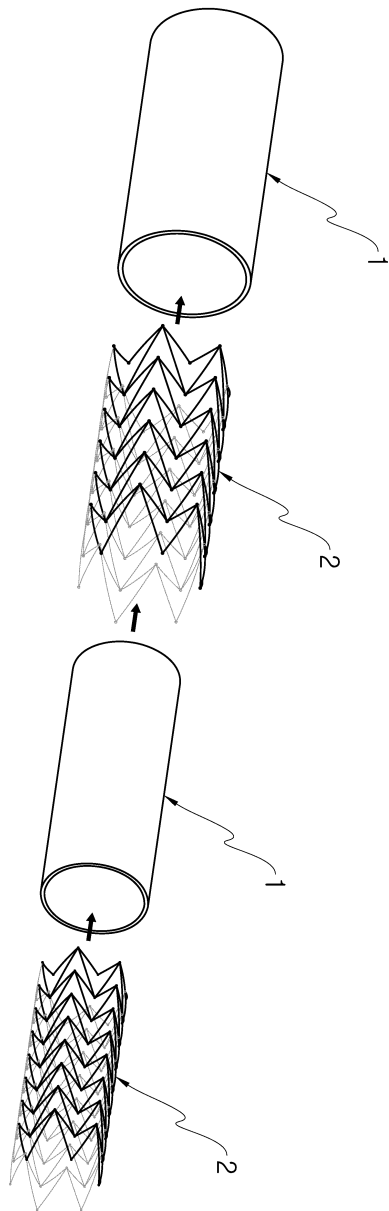
도면13



도면14



도면15



도면16

